

Астраханский мост в Волгограде: символ и проблемы

А.В. Макаров, В.Ю. Тян, А.В. Журавлев

Волгоградский государственный технический университет

Аннотация: В статье рассматривается один из символов города Волгограда – Астраханский мост. Описана история создания и технические характеристики моста через реку Царица. В результате проведенного обследования выявлены дефекты мостового сооружения. Анализ обнаруженных разрушений позволил оценить их влияние на долговечность и грузоподъемность сооружения, а также определить ответственных за их возникновение. Отмечено, что оттягивание ремонтных работ ухудшает состояние моста.

Ключевые слова: мост, символ города, пролетное строение, плита проезжей части, дефекты, арка, система моста, несущие конструкции, долговечность, грузоподъемность.

Городу Волгограду более 400 лет. В прежние времена старый город располагался вокруг реки Царицы на обоих ее берегах. Широкая дельта Царицы разделяла город на две части, и поэтому 150 лет назад был построен первый деревянный десятипролетный мост [1], соединявший улицы города, которые сейчас носят название Советская и Пугачевская. Современная улица Советская до 1925 года именовалась Астраханской, отсюда и название моста. Мост вошёл в систему коммуникаций Царицына. Прошли десятилетия, отгремела Великая война. Разрушенный город возрождался из руин, был восстановлен и мост, который стал трехпролетным с металлическими опорами. На смену ему пришел новый пятый по счету Астраханский мост, построенный немного выше по течению Царицы. Это единственный мост в Волгограде имеющий собственное имя. Теперь Астраханский мост соединяет проспект имени Ленина в северной части города с улицей Рабоче-Крестьянской в южной части. Мостовое сооружение хорошо вписано в профиль города, проезжая часть моста находится в одном уровне с соединяемыми улицами [2]. Уклон моста односторонний 5 промилле, достаточный для естественного стока воды.

Проектное решение было представлено двумя вариантами [3]. По первому варианту проекта, мост имел неразрезную балочную систему с различной величиной пролетов от 24 до 32 метров. Второй вариант

представлял собой пять разрезных пролетов комбинированной системы – балка усиленная гибкой аркой с пролетами по 40 м и неразрезные балочные крайние пролеты небольшой длины. Проектирование сооружения осуществлялось проектным институтом «Волгоградгражданпроект». Создателями проекта были главный инженер Россихин Г.А., главный конструктор Старогорский В., архитектор проекта – Левитан Е.И.

Сейчас мы благодарны архитектурному вкусу и настойчивости создателей моста, которые отстаивали достоинства второго варианта проекта. Теперь мы имеем такое сооружение, которое воплощает в себе, наряду с другими важными объектами, символ города Волгограда. Общий вид моста представлен на рисунке 1.



Рис. 1. Вид моста. Ночная иллюминация.

Сданный в эксплуатацию в 1964 году мост приобрел статус памятника архитектуры, который охраняется государством. К памятникам архитектуры должно быть особое отношение, его надлежит сохранять в том виде, в котором он был построен.

Астраханский мост эксплуатируется в течение 55 лет. Это не значительный срок для любого железобетонного сооружения; материал имеет срок возможной эксплуатации до 300 лет. Однако мост уже пережил

одну реконструкцию в начале нынешнего века. При ведении работ была изменена конструкция тротуара: повышенный тип тротуара заменен конструкцией в уровне проезжей части, тротуарную консоль оперли на стальные кронштейны. Крайние арки усилили железобетонными «рубашками», облегчив работу поперечных сечений. Был устроен организованный водоотвод, сначала с проезжей части, а через десять лет с тротуаров. Реконструкция должна была решить ряд накопившихся проблем с мостом, исключить дальнейшее образование трещин в несущих конструкциях и плите проезжей части, повысить безопасность движения пешеходов и транспорта и удалить атмосферную воду с проезжей части.

Сейчас стали очевидны недостатки проектных и строительных работ и их последствия. За прошедшие годы продолжается процесс разрушения железобетонных элементов, накапливаются другие дефекты. Для выявления возникших разрушений моста были выполнены необходимые работы по его обследованию и диагностики, которые обычно выполняются в подобных случаях [4]. Известно, что дефекты условно подразделяются на: дефекты снижающие долговечность сооружения, дефекты уменьшающие грузоподъемность моста и дефекты, влияющие на безопасность.

Представленные на рис. 2, дефекты главной несущей конструкции являются угрозой долговечности и снижают грузоподъемность мостового сооружения. Арки пролетных строений имеют продольные трещины (1), разрушение защитного слоя бетона (2); обнажена и корродирует продольная рабочая арматура (3). Арки моста имеют параболическое очертание, следовательно, изгибающие моменты в сечениях – минимальны [5]. Однако процесс разрушения и снижение несущей способности арочных конструкций на лицо. Элементы разрушения возникли на не усиленной части арок; начало усиления (4) видно на рисунке 2а. Продольные балки пролетного строения (рис. 2.б) тоже имеют дефекты уменьшающие долговечность моста в целом.

Это отстрел защитного слоя бетона и коррозионное поражение продольной рабочей арматуры (5).



Рис. 2. Несущие конструкции моста а) арка вид снизу; б) балка подкрепленная аркой.

Дефекты плиты проезжей части представлены на рисунке 3. В процессе эксплуатации моста в плите проезжей части возникли снижающие грузоподъемность и долговечность дефекты: разрушение защитного слоя бетона плиты около 2 квадратных метров. Это послужило толчком к началу коррозии нижней арматурной сетки (рис. 3,а) [6]. Цементный камень бетона конструкции также имеет дефекты. Это выщелачивание, которое проступает в виде белесого налета на поверхности плиты и тротуарной консоли (1). Стальные кронштейны, поддерживающие консольную тротуарную плиту, имеют значительное коррозионное повреждение; защитное лакокрасочное покрытие разрушено на их значительной длине (2).



Рис. 3. Плита проезжей части, а) средняя часть плиты; б) тротуарная консоль.

Анализ обнаруженных разрушений позволяет выявить причины их возникновения. Как было сказано выше, дефекты мостового сооружения возникли из-за ошибок при проектировании и выполнении работ по его реконструкции. Трещины, обнаженная и корродирующая рабочая арматура арок и продольных балок возникли из-за ошибок проектирования. Усиленная при реконструкции часть арок работает без признаков разрушения, что видно на рисунке 2,а. Недоусиленная часть постепенно разрушается вследствие возникающих больших напряжений.

Состояние плиты проезжей части ухудшилось по причине некачественного выполнения строительных работ при реконструкции. Воронки для стока воды устроили через 10 лет по шесть штук на пролет, что не решило проблему. Покрытие тротуаров моста не имеет достаточного уклона к водоприемным воронкам, поэтому атмосферная влага застаивается на поверхности как показано на рисунке 4.

В железобетонных конструкциях моста, которые обдуваются с атмосферным воздухом, постепенно протекают химические реакции с образованием карбоната кальция CaCO_3 . В поверхностном слое бетона

небольшой толщины 2...4 мм происходят процессы накопления карбонатов называемый карбонизацией цементного камня.



Рис. 4. Застой атмосферной влаги на тротуаре.

Карбонат кальция не растворим в воде, и накапливается в структуре бетона, то происходит уплотнение поверхностного слоя с повышением его непроницаемости. Если к такому процессу добавляется выщелачивание, то карбонизированный слой может составить несколько сантиметров, что уменьшает рН бетона и негативно сказывается на коррозионной стойкости арматуры. При эксплуатации железобетонных мостов при замачивании их атмосферной водой вначале происходит постепенное растворение содержащихся в цементном камне кристаллов $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Вымывание этой составляющей цементного камня из тела бетона является выщелачиванием, которое проявляется в виде белесых пятен на поверхности бетона показанных на рисунке 3 [7,8].

Пролетное строение мостов защищают от влаги устройством гидроизоляции. Гидроизоляционный слой находится внутри мостового полотна, где сам защищен от разрушения защитным и выравнивающим слоями. Проникновение влаги в плиту стало возможным из-за некачественного выполнения гидроизоляционных работ. Характерные пятна выщелачивания бетона показывают места разрушения гидроизоляции.

Выявленные дефекты конструкций следует устранить и в особенности восстановить гидроизоляционный слой плиты проезжей части [9], чтобы обеспечить долговечность и грузоподъемность сооружения. Полную линейку гидроизоляционных материалов отличного качества выпускает ПК ТЕХНОНИКОЛЬ [10].

Помимо транспортной функциональности Астраханский мост является памятником архитектуры современного Волгограда. Символами города-героя Волгограда на протяжении многих лет являлись памятники военной истории, такие как: памятник-ансамбль Мамаев курган, мельница Гергарда, дом Павлова и другие. Сейчас большое значение приобретают новые символы – символы динамичного развития города, его устремленность в будущее. Астраханский мост, находящийся в сердце города как раз и является этим символом. Содержание такого объекта необходимо поддерживать на уровне памятника архитектуры.

Литература

1. Федотов Г. А., Наумов Г. Г. Дорожные переходы через водотоки: учеб. пособие для вузов. - Москва: Инфра-М, 2015. - 520 с.
2. Саламахин П.М. Проектирование мостовых и строительных конструкций: учеб. пособие для вузов [по специальности "Мосты и трансп. тоннели" автодор. вузов и фак.] - Москва: КНОРУС, 2013. - 402 с.
3. Владимирский С.Р. Проектирование мостов: учеб.-практ. пособие. – СПб.: ДНК, 2006. - 319 с.



4. Kamaitis, Z., 2002. Damage to concrete bridges due to reinforcement corrosion: Part II-Design considerations. *Transport*, 17(5): pp. 163-170.

5. Шапошников Н. Н., Кристалинский Р. Е., Дарков А. В.; под ред. Шапошникова Н. Н. / Строительная механика: учеб. для вузов - 13-е изд., перераб. и доп. - С-Пб: Лань, 2012. - 704 с.

6. Макаров А.В., Гулуев Г.Г., Шатлаев С.В. Реконструкция путепровода как требование безопасности. // Инженерный вестник Дона, 2017, №2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2017/4161

7. Yang Z.J., Li Q., Xu G., Hulsey J.L. Seasonal freezing effects on the dynamic behavior of highway bridges// Geotechnical Special Publication 2010 GeoShanghai International Conference - Soil Dynamics and Earthquake Engineering. - Proceedings of the 2010 GeoShanghai International Conference" Shanghai, 2010. pp. 162-168.

8. Макаров А.В., Шатлаев С.В., Гулуев Г.Г. Гидроизоляция железобетонных мостов – основная защита конструкций от коррозии. // Инженерный вестник Дона, 2017, №2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2017/4179

9. Товкес И. Н. Современные материалы для гидроизоляции мостов. Журнал Стройпрофиль, №8, 2001. с. 32-33.

10. Рекомендации по гидроизоляции мостовых сооружений рулонными наплавляемыми материалами «Техноэластмост». Фил. ОАО ЦНИИС «НИЦ «Мосты». М., 2007, с. 18.

References

1. 1. Fedotov G. A., Naumov G. G. Dorozhnye perehody cherez vodotoki [Road crossings through watercourses]: учеб. posobie dlya vuzov. Moskva: Infra-M, 2015. 520 p.

2. Salamahin P.M. Proektirovanie mostovyh i stroitelnyh konstrukcij [Design of bridge and building structures]: учеб. posobie dlya vuzov [po



specialnosti "Mosty i transp. tonneli" avtodor. vuzov i fak.] Moskva: KNORUS, 2013. 402 p.

3. Vladimirskij S.R. Proektirovanie mostov [The design of bridges]: ucheb.-prakt. posobie. SPb.: DNK, 2006. 319 p.

4. Kamaitis, Z., 2002. Damage to concrete bridges due to reinforcement corrosion: Part II. Design considerations. Transport, 17(5): pp. 163-170.

5. SHaposhnikov N. N., Kristalinskij R. E., Darkov A. V.; pod red. SHaposhnikova N. N. Stroitel'naya mehanika [Structural mechanics]: ucheb. dlya vuzov. 13-e izd., pererab. i dop. S-Pb: Lan, 2012. 704 p.

6. Makarov A.V. Guluev G.G., Shatlaev S.V. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2017, №2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2017/4161

7. Yang Z.J., Li Q., Xu G., Hulsey J.L. Seasonal freezing effects on the dynamic behavior of highway bridges. Geotechnical Special Publication 2010 GeoShanghai International Conference - Soil Dynamics and Earthquake Engineering. Proceedings of the 2010 GeoShanghai International Conference" Shanghai, 2010. pp. 162-168.

8. Makarov A.V., Shatlaev S.V., Guluev G.G. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2017, №2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2017/4179

9. Tovkes I. N. Zhurnal Strojprofil, №8, 2001. pp. 32-33.

10. Rekomendacii po gidroizolyacii mostovyh sooruzhenij rulonnymi naplavlyaemymi materialami «Tehnoelastmost». [Recommendations for waterproofing of bridge structures with Tekhnoelastmost roll-on materials]. Fil. OAO CNIIS «NIC «Mosty». M., 2007, p. 18.